DISPERZE

$$\bar{M}_W = \frac{\Sigma(m_i \cdot M_i)}{\Sigma m_i} = \frac{\Sigma(w_i \cdot M_i)}{\Sigma w_i} = \Sigma(W_i \cdot M_i)$$

$$\bar{M}_N = \frac{\Sigma(N_i \cdot M_i)}{\Sigma N_i} = \frac{\Sigma(c_i \cdot M_i)}{\Sigma c_i} = \Sigma(x_i \cdot M_i)$$

$$J_i^{dif} = -D_i \cdot \frac{\mathrm{d}\, c_i}{\mathrm{d}\, x} = u_i^{dif} \cdot c_i$$

$$D_i = \frac{k_B\, T}{f_i} \quad , \quad f_i = 6\,\pi \cdot \eta_o \cdot r_i$$

$$u_{\mathrm{sed}} = \frac{y}{\tau} = \frac{v \cdot g}{f} \cdot (\rho - \rho_o) = \frac{M \cdot g}{N_A \cdot f} \cdot \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right) \quad , \quad u_{\mathrm{sed}} = \frac{\mathrm{d}\, x}{\mathrm{d}\, \tau} = \frac{v \cdot \omega^2 \cdot x}{f} \cdot (\rho - \rho_o)$$

$$u_{sed} = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho - \rho_o)}{\eta_o} \cdot r^2 \cdot g$$

$$y = \frac{v\, g}{f} (\rho - \rho_o)\, \tau \quad , \quad \ln x = \frac{v \cdot \omega^2}{f} (\rho - \rho_o)\, \tau + \mathrm{konst}$$

$$s = \frac{u_{\mathrm{sed}}}{\omega^2 \cdot x} = \frac{\ln\,(x_2 / x_1)}{\omega^2 \cdot (\tau_2 - \tau_1)}; \quad s = \frac{u_{\mathrm{sed}}}{g} \quad , \quad s = \frac{v \cdot (\rho - \rho_o)}{f} = \frac{M \cdot D}{\boldsymbol{R} \cdot T} \cdot \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right)$$

$$\ln c = -\frac{M \cdot g}{\boldsymbol{R}\, T} \cdot (1 - \frac{\rho_o}{\rho}) \cdot y + \mathrm{konst.} \quad , \quad \ln c = \frac{M \cdot \omega^2}{2\, \boldsymbol{R}\, T} \cdot (1 - \frac{\rho_o}{\rho}) \cdot x^2 + \mathrm{konst.}$$

$$(c_+^{\nu_+})_{\mathrm{I}} \cdot (c_-^{\nu_-})_{\mathrm{I}} = (c_+^{\nu_+})_{\mathrm{II}} \cdot (c_-^{\nu_-})_{\mathrm{II}}$$

$$\mathrm{Na^+R^- + H_2O = R^- + H^+ + NaOH} \qquad (c_{\mathrm{Na^+}} \cdot c_{\mathrm{OH^-}})_{\mathrm{L}} = (c_{\mathrm{Na^+}} \cdot c_{\mathrm{OH^-}})_{\mathrm{P}}\,; \qquad (c_{\mathrm{OH^-}})_{\mathrm{L}} = K_{\mathrm{v}} / (c_{\mathrm{H^+}})_{\mathrm{L}}$$

$$\tau_{xy} = -\eta \frac{\mathrm{d}u_x}{\mathrm{d}y} \quad , \quad \ln \eta = A + \frac{B}{T}$$

$$\eta = \eta_o\,(1 + 2{,}5 \cdot \varphi)$$

Střední hodnoty

1 Střední molární hmotnost

Vypočítejte (a) početně střední, (b) hmotnostně střední molární hmotnost směsi tří bílkovin obsahující 20 mol.% bílkoviny o molární hmotnosti 14 kg mol^{-1}, 45 mol.% bílkoviny o molární hmotnosti 36 kg mol^{-1}, a zbytek tvoří bílkovina o molární hmotnosti 103 kg mol^{-1}.

[(a) $\overline{M}_N = 55{,}05$ kg mol^{-1} ; (b) $\overline{M}_W = 78{,}7566$ kg mol^{-1}]

2 Střední molární hmotnost

Měřením osmotického tlaku byla zjištěna hodnota střední molární hmotnosti, 730 kg mol^{-1}. Vzorek obsahoval dvě frakce o molárních hmotnostech 330 a 970 kg mol^{-1}. Hustota disperzního podílu má hodnotu 1,36 kg dm^{-3}. Vypočítejte

(a) hmotnostně střední molární hmotnost

(b) hodnoty středního efektivního poloměru disperzní částice, které bychom pro tento systém dostali měřením (i) osmotického tlaku, (ii) měřením difuzního koeficientu?

[(a) $\bar{M}_W$ = 861,51 kg mol^{-1}, (b) (i) $\bar{r}_N$ = 5,97 nm ; (ii) $\bar{r}_W$ = 6,31 nm]

3 Střední hmotnost disperzního podílu

Disperzní podíl obsahuje pevné kulovité částice tří různých velikostí: (A) 12,6 g částic o poloměru 6μm, (B) 6,3 g částic o poloměru 10 μm a (C) 14,7 g částic o poloměru 16 μm. Vypočítejte jakou střední hmotnost částice byste dostali (a) ze sedimentačních měření, (b) z osmotických měření. Hustota dispergované pevné látky je ρ = 1,245 g cm^{-3}.

[$\bar{m}_W$ = 1,07456·10^{-8} g; $\bar{m}_N$ = 2,56846·10^{-9} g]

Difuze v koloidních systémech

4 Rozměr částice z difuzního koeficientu

Při teplotě 23,3°C a tlaku 0,1 MPa byla pro micely jisté látky v kapalném rozpouštědle o viskozitě 1,17 mPa s a hustotě 0,867 g cm^{-3} zjištěna hodnota difuzního koeficientu 5,3·10^{-11} m^2 s^{-1}. Micely jsou velké kulovité koloidní částice hustoty 1017,1 kg m^{-3}. Vypočítejte

(a) průměr částice, (b) hmotnost jednoho molu částic studované látky.

[(a) d = 7 nm; (b) M = 110 kg mol^{-1}]

5 Einsteinova rovnice pro difuzní koeficient

Jakou hodnotu má difuzní koeficient kulovitých částic bílkoviny o molární hmotnosti 72 kg mol^{-1} při teplotě 301 K a tlaku 100,8 kPa v kapalném disperzním prostředí, které má hustotu 0,732 g cm^{-3} a viskozitu 0,9671 mPa·s? Hustota bílkoviny je 1,34 g cm^{-3}.

[D = 8,22·10^{-11} m^2 s^{-1} (r = 2,772·10^{-9} m)]

6 Einsteinova rovnice, efektivní rozměr částice

U pevných částic tvaru protáhlého paraboloidu, které difundují v kapalném disperzním prostředí o hustotě 0,923 g cm^{-3} a viskozitě 0,9725 mPa s, byla při teplotě 20°C pro difuzní koeficient naměřena hodnota D = 7,356·10^{-7} cm^2 s^{-1}. Vypočítejte

a) koeficient tření uvedených částic,

b) efektivní poloměr částic, tj. poloměr kulovitých částic, které by difundovaly stejným způsobem jako studované nekulovité částice,

c) odhadněte hmotnost jedné částice a hmotnost jednoho molu dispergovaných částic. Hustota částice je 1,095 g cm^{-3}.

[(a) f = 5,5·10^{-11} kg s^{-1}; (b) r_{ef} = 3·10^{-9} m, (c) m = 1,238·10^{-22} kg, M = 74,577 kg mol^{-1}]

Sedimentace

7 Rychlost sedimentace v gravitačním poli

Difuzní koeficient neizometrických částic o hustotě 1,29 g cm^{-3} v disperzním prostředí o hustotě 1007 kg m^{-3} má při teplotě 315 K hodnotu 2,56.10^{-4} m^2 s^{-1}. Jakou rychlostí budou tyto částice sedimentovat v gravitačním poli? Hmotnost jednoho molu disperzního podílu je 58 kg mol^{-1}.

[u_{sed} = 1,22 . 10^{-5} m s^{-1}]

8 Sedimentační rovnováha v gravitačním poli

Po ustavení sedimentační rovnováhy ve sloupci koloidní disperze při teplotě 293 K byla zjišťována hmotnostní koncentrace dispergované látky v různých výškách. Hustota disperzních částic je 3,6 krát větší než hustota disperzního prostředí. Bylo zjištěno, že koncentrace ve výšce 15 cm byla 1,05 násobkem koncentrace ve výšce 40 cm. Jaká je hmotnost jednoho molu dispergovaných částic?

[$M = 67{,}1$ kg mol^{-1}]

9 Rychlost sedimentace v odstředivém poli

Koloidní sol je při teplotě 295 K odstřeďován v ultracentrifuze s otáčkami $n_{ot} = 45000$ min^{-1}. Disperzní prostředí solu má hustotu 0,91 g cm^{-3}, viskozitu 1,002 mPa·s. Molární objem disperzního podílu je 5,8 dm^3 mol^{-1}, jeho hustota 1,43 g cm^{-3} a pro difuzní koeficient byla za daných podmínek zjištěna hodnota $4{,}7\cdot10^{-10}$ m^2 s^{-1}. (a) Jaká je rychlost sedimentace ve vzdálenosti 15 cm od osy otáčení? (b) Vypočítejte sedimentační koeficient.

[a) $u_{sed} = 1{,}925 \cdot 10^{-6}$ m s^{-1} , b) $s = 5{,}78 \cdot 10^{-13}$ s]

10 Sedimentační rovnováha v odstředivém poli

Molární hmotnost myosinu byla určována metodou sedimentační rovnováhy v ultracentrifuze při teplotě 20ºC. Při otáčkách $n_{ot} = 17520$ min^{-1} bylo pozorováno rovnovážné rozložení koncentrací podél kyvety. Experimentální data byla vyjádřena rovnicí

$$\ln c_w = 27{,}07 \cdot x^2 - 1{,}56$$

kde c_w je koncentrace (g dm^{-3}), která byla naměřena ve vzdálenosti x (m) od osy rotace. Hustota disperzního prostředí je 0,92 násobkem hustoty koloidních částic. Stanovte hmotnost jednoho molu koloidních částic.

[$M = 0{,}49$ kg mol^{-1}]

11 Sedimentační koeficient

Pro disperzní systém, jehož disperzní prostředí má při teplotě 320 K hustotu 1,045 g cm^{-3}, viskozitu 0,95 mPa s, disperzní podíl je tvořen částicemi tvaru protáhlého paraboloidu hustoty 1,736 g cm^{-3}, molární hmotnosti 7,6 kg mol^{-1}, byl zjištěn sedimentační koeficient $2{,}9\cdot10^{-12}$ s. Jakou hodnotu má difuzní koeficient?

[$D = 2{,}55.10^{-9}$ m^2 s^{-1}]

Membránové rovnováhy

12 Membránové rovnováhy

Roztok vysokomolekulárního elektrolytu NaP ($c_1 = 0{,}015$ mol dm^{-3}) a nízkomolekulárního elektrolytu NaBr ($c_2 = 0{,}005$ mol dm^{-3}) je při teplotě 28°C oddělen polopropustnou membránou od stejného objemu čisté vody.

(a) Kolik procent NaBr přejde z roztoku do vody?

(b) Kolik procent NaBr by přešlo z oddělení obsahujícího NaBr a polyelektrolyt, kdyby počáteční koncentrace NaP byla desetkrát větší než v prvém případě?

[(a) 80 % ($x = 0{,}004$ mol dm^{-3}) , (b) 96,875 % ($x' = 4{,}84375\cdot10^{-3}$ mol dm^{-3})]

13 Membránové rovnováhy

Nádoba je rozdělená membránou, nepropustnou pro vysokomolekulární ionty na dvě oddělení stejného objemu. Jedno (A) je naplněno 0,01 molárním roztokem CsCl, druhé (B) obsahuje stejný objem 0,01 molárního roztoku CsCl, v němž je navíc rozpuštěno určité množství vysokomolekulárního chloridu RCl. Při jaké koncentraci RCl v oddělení B přejde 75 % CsCl z oddělení B do oddělení A?

[$c_{RCl} = 0{,}012$ mol dm^{-3}]

14 Membránové rovnováhy

Z vodného roztoku vysokomolekulárního elektrolytu $P^{16+}(Br^-)_{16}$ (v roztoku je zcela disociován), který obsahuje ještě NaBr v koncentraci 0,02 mol dm^{-3}, je třeba odstranit část tohoto nízkomolekulárního elektrolytu. Roztok byl oddělen semipermeabilní membránou, která nepropouští vysokomolekulární ionty P^{16+}, od stejného objemu čisté vody. Při jaké koncentraci vysokomolekulárního elektrolytu (c_P) se odstraní 75 % NaBr?

[$c_P = 0{,}0025$ mol dm^{-3} $\left((16\,c_P + (c_{NaBr})_0 - x)\cdot(c_{NaBr})_0 - x) = x^2\ ;\ x = 0{,}75\,(c_{NaBr})_0\right)$]

Membránová hydrolýza

15 Membránové rovnováhy

Vodný roztok koloidního elektrolytu $(Na^+)_2R^{2-}$ byl podroben dialýze proti čisté vodě. Po ustavení rovnováhy bylo u tohoto roztoku zjištěno pH = 5,366. Má-li iontový součin vody hodnotu $K_v = 10^{-14}$, vypočítejte (a) jaké bylo pH v druhém oddělení, které původně obsahovalo stejný objem čisté vody, (b) jaká byla na počátku koncentrace polyelektrolytu?

[(a) pH = 8,634 ; (b) 0,004 mol dm^{-3}]

16 Membránová hydrolýza

Vodný roztok polyelektrolytu M_zR (M^+ je jednomocný nízkomolekulární kation, R^{z-} vysokomolekulární anion) o koncentraci 0,0065 mol dm^{-3} byl oddělen polopropustnou membránou, která nepropouští ionty R^{z-}, od stejného objemu čisté vody. Po ustavení rovnováhy při teplotě 39,8°C mělo pH roztoku v oddělení, které původně obsahovalo čistou vodu, hodnotu 8,5. Je-li polyelektrolyt ve vodném roztoku zcela disociován, vypočítejte

a) náboj z vysokomolekulárního aniontu,

b) pH roztoku polyelektrolytu po ustavení rovnováhy,

Iontový součin vody má při uvažované teplotě hodnotu $3{,}795\cdot10^{-14}$ (standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}).

[a) $z = 7$, pH = 4,92]

Viskozita

17 Einsteinova rovnice pro viskozitu

Odhadněte viskozitu vodného roztoku proteinu o koncentraci 1,8 hm.%. Roztok má hustotu 1,21 g cm^{-3}. Předpokládejte, že se molekuly proteinu chovají jako tuhé koule stejného průměru. Hustota proteinu je 1,32 g cm^{-3}. Molekuly proteinu jsou velké proti molekulám vody. Viskozita vody při uvažované teplotě je 0,825 mPa s.

[$\eta = 0{,}859$ mPa s]

18 Einsteinova rovnice pro viskozitu, solvatace částic

Ve 265 cm^3 kapaliny, jejíž hustota je 0,97 g cm^{-3} a viskozita 1,065 mPa s, bylo dispergováno 8,5 g pevné látky. Hustota pevné látky je 1,426 g cm^{-3} a hmotnost jednoho molu disperzních částic 164 kg mol^{-1}. Dispergované částice jsou kulovité, obklopené solvátovým obalem. Pro viskozitu disperze byla naměřena hodnota 1,45 mPa s. Vypočítejte (a) objem suché pevné částice, (b) objem dispergované částice se solvátovým obalem.

[$v_{i\,\text{solvatovaná}} = 1{,}255\cdot10^{-24}$ m^3, $v_{i\,\text{suchá}} = 1{,}91\cdot10^{-25}$ m^3; $v_{i\,\text{solvatovaná}}/\,v_{i\,\text{suchá}} = 6{,}57$]